



(19) Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 1 329 856 A2

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
23.07.2003 Patentblatt 2003/30

(51) Int Cl. 7: G07D 5/00

(21) Anmeldenummer: 03000245.5

(22) Anmeldetag: 08.01.2003

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IT LI LU MC NL PT SE SI SK TR  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
AL LT LV MK RO

- Eich, Manfred, Prof. Dr.  
21077 Hamburg (DE)
- Hossfeld, Michael  
22159 Hamburg (DE)

(30) Priorität: 16.01.2002 DE 10202383

(74) Vertreter: Patentanwälte  
Hauck, Graafls, Wehnert, Döring, Siemons,  
Schildberg  
Neuer Wall 41  
20354 Hamburg (DE)

(71) Anmelder: National Rejectors, Inc. GmbH  
21614 Buxtehude (DE)

(72) Erfinder:

- Adameck, Markus  
22419 Hamburg (DE)

### (54) Verfahren zur Erkennung eines Prägebildes einer Münze in einem Münzautomaten

(57) Verfahren zur Erkennung eines Prägebildes einer Münze in einem Münzautomaten, mit den folgenden Verfahrensschritten: Die Münze wird zu einem Bildempfänger und zu einer Lichtquelle bewegt, der Bildempfänger nimmt mindestens ein Bild von dem Prägebild der Münze auf, eine Auswerteeinrichtung vergleicht das Bild mit einem ersten Referenzmuster dahingehend, ob in dem aufgenommenen Bild das erste Referenzmuster enthalten ist, wenn das erste Referenzmuster in dem Bild enthalten ist, dann bestimmt die Auswerteeinrichtung, ob ein zweites Referenzmuster in einem Bereich, dessen Lage relativ zu der Position des ersten Referenzmusters bestimmt ist, enthalten ist, die Auswerteeinrichtung erzeugt abhängig von der Übereinstimmung des Bildes mit den Referenzmustern ein Echt- oder Falschsignal für die Münze.

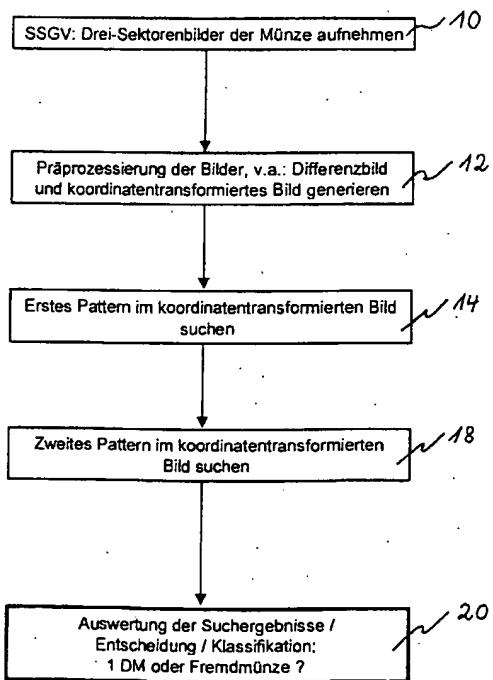


Fig. 1

EP 1 329 856 A2

**Beschreibung**

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung eines Prägebildes einer Münze in einem Münzautomaten.

[0002] Aus DE 330 55 09 A1 ist eine optische Münzprüfeinrichtung bekannt. Hierbei wird eine Münze mit einer Lichtquelle unter einem Winkel gegenüber dem Flächenlot beleuchtet und das reflektierte Licht durch zwei Strahlungsempfänger aufgezeichnet. Die jeweils aufgenommenen Bilder der Strahlungsempfänger werden miteinander verglichen, um den Glanzgrad der Münze zu bestimmen. Hierzu werden die Werte der Signale durcheinander dividiert. Der für die Münze gewonnene Quotient gibt den Glanzgrad an, der zur Unterscheidung zwischen Echt- und Falschheit der Münze eingesetzt wird.

[0003] Aus US 5,839,563 ist ein optischer Münzprüfer bekannt geworden, der eine Münze ausgehend von einer ersten Aufnahme des vom Prägebild reflektierten Lichts und einer zweiten Aufnahme des vom Rand der Münze reflektierten Lichts erkennt. Es wird ebenfalls vorgeschlagen, Bilder von den gegenüberliegenden Seiten der Münzen aufzuzeichnen und diese für die Münzerkennung einzusetzen. Die zu erkennende Münze liegt auf einer Glasscheibe und wird von unten mit ringförmigen Beleuchtungsquellen angeleuchtet. Das aufgenommene Prägebild wird in Polar-Koordinaten transformiert und für einen Radiuswert wird der Winkel mit maximaler Intensität ermittelt. Dieser wird mit der hinterlegten Referenz verglichen und so der Verdrehwinkel bestimmt. Hierbei wird nicht das topologische Profil der Münze ausgewertet, sondern ein Intensitätsprofil.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Erkennung eines Prägebildes einer Münze in einem Münzautomaten bereitzustellen, das mit einfachen Mitteln schnell und zuverlässig die Erkennung der Münze gestattet.

[0005] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch ein Verfahren mit den Verfahrensschritten aus Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen bilden den Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die zu erkennende Münze zu einem Bildempfänger und zu einer Lichtquelle bewegt. Der Bildempfänger nimmt mindestens ein Bild von dem Prägebild der Münze auf. Eine Meßeinrichtung vergleicht das Bild mit einem ersten Referenzmuster dahingehend, ob in dem aufgenommenen Bild das erste Referenzmuster enthalten ist. In einer Ausgestaltung wird bereits aufgrund des Vergleichs mit einem ersten Referenzmuster ein Echt- oder Falschsignal erzeugt.

[0007] Bevorzugt wird, wenn das erste Referenzmuster in dem aufgenommenen Bild von der Auswerteeinrichtung gefunden wird, von der Auswerteeinrichtung bestimmt, ob ein zweites Referenzmuster in einem vorbestimmten Bereich, dessen Lage sich relativ zu der Position des ersten Referenzmusters bestimmt, enthalten ist. Bei diesem Schritt wird ausgehend von der Position des ersten Referenzmusters der Suchbereich für das zweite Referenzmuster eingeschränkt. Hierdurch wird die Suche für das zweite Referenzmuster auf relevante Bereiche konzentriert und der Suchprozeß verkürzt. Die Auswerteeinrichtung erzeugt aufgrund der Übereinstimmung des Bildes mit dem bzw. den Referenzmustern ein Echt- oder Falschsignal für die zu prüfende Münze, wobei auch weitere Kenngrößen berücksichtigt werden können. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden bevorzugt zwei Referenzmuster mit dem aufgenommenen Bild verglichen. Für die beiden Referenzmuster wird festgestellt, ob diese in dem aufgenommenen Bild enthalten sind. Ferner wird festgestellt, ob die beiden Referenzmuster in der vorbestimmten relativen Lage zueinander in dem aufgenommenen Bild enthalten sind. Hierdurch wird einerseits der Suchraum für das zweite Referenzmuster eingeschränkt, andererseits wird eine zusätzliche Information über die relative Lage der Referenzmuster zueinander berücksichtigt. Dies führt im Ergebnis dazu, daß vergleichsweise schnell ein besonders zuverlässiges Ergebnis erzielt werden kann.

[0008] Zweckmäßigerweise handelt es sich bei dem ersten und zweiten Referenzmuster um Teilbilder des Prägebildes. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können weitere Kenngrößen der Münze und ihres Prägebildes zur Bestimmung des Echt- oder Falschsignals eingesetzt werden.

[0009] In einer bevorzugten Ausgestaltung beleuchtet die Lichtquelle das Prägebild aus mehreren Richtungen und der Bildempfänger zeichnet für jede Beleuchtungsrichtung ein gesondertes Bild des Prägebildes auf. Bei einer einfärbigen Beleuchtung wird das Prägebild in einer zeitlichen Abfolge nacheinander aus unterschiedlichen Richtungen beleuchtet und jeweils ein Bild aufgenommen. Bei einer mehrfarbigen Beleuchtung ist es möglich, gleichzeitig die Aufnahmen zu machen, wobei jeder Bildempfänger dann nur für eine Farbe empfindlich ist und so eine Aufnahme mit einer Beleuchtung liefert. In einer ganz besonders bevorzugten Ausgestaltung wird aus den gesonderten Bildern ein Differenzbild erzeugt, das als das aufgenommene Bild mit dem Referenzmuster verglichen wird. Die Verarbeitung von Bildern mit einer Beleuchtung aus unterschiedlichen Richtungen und die Erzeugung eines Differenzbildes wird als Selektives-Stereo-Gradientenverfahren (SSG-Verfahren) bezeichnet. Das SSG-Verfahren kann aufgrund der Beleuchtung aus unterschiedlichen Richtungen nicht durch das Photo eines Prägebildes getäuscht werden, da die Abbildung eines Photos bei einer Beleuchtung aus unterschiedlichen Richtungen sich nicht ändert und das Differenzbild sich somit aufhebt.

[0010] In einer zweckmäßigen Weiterführung des Verfahrens wird das aufgenommene Bild binarisiert, d. h. in ein Bild lediglich mit zwei Signalarten für schwarz und weiß umgewandelt. Für die Binarisierung kann ein einheitlicher

Schwellwert, beispielsweise der mittlere Grauwert des aufgenommenen Bildes eingesetzt werden. Es ist ebenfalls möglich, die Binarisierung mit lokalen Schwellwerten, beispielsweise nach einer Maximum-Entropie-Methode, durchzuführen.

[0011] Bevorzugt wird der Schwellwert nach der Maximum-Entropie-Methode bestimmt, wobei der Schwellwert  $0 \leq t \leq 255$  derart gewählt wird, daß die "Gesamt"-Entropie  $H$  maximal ist:

$$H = - \sum_{i=0}^t p_i \log_e p_i - \sum_{j=t+1}^{255} p_j \log_e p_j$$

mit  $p_i$  als Anteil der Pixel mit dem Grauwert  $i$ . Hierbei kann der erste Ausdruck als heller Vordergrund und der zweite Ausdruck als dunkler Hintergrund aufgefaßt werden.

[0012] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens nimmt der Bildempfänger ein Gesamtbild des Prägebildes auf, aus dem die Auswerteeinrichtung den Durchmesser der zu erkennenden Münze bestimmt. Der Durchmesser kann als eine weitere Größe von der Auswerteeinrichtung eingesetzt werden, um eine Falschmünze zu diskriminieren. Die Auswerteeinrichtung bestimmt in einer Weiterführung des Verfahrens ebenfalls den Mittelpunkt des Prägebildes in dem Gesamtbild und transformiert das gesamte Bild in Polarkoordinaten, bei denen zu einem beliebigen Punkt in dem Prägebild eine erste Koordinate den Abstand von dem Mittelpunkt und die zweite Koordinate einen Winkel des Radiusstrahls gegenüber einer für das Gesamtbild bestimmten Ausrichtung angibt.

[0013] Die Transformation in Polarkoordinaten hat neben der Sicherstellung eines rechenzeitsparenden, rotations- und translationsinvarianten Erkennungsverfahrens außerdem den Vorteil, daß Suchbereiche für die Referenzmuster leicht eingeschränkt und festgelegt werden können. So kann beispielsweise bereits ein Suchbereich für das erste Referenzmuster eingeschränkt werden, in dem ein Radiusintervall für die Suche nach diesem Bereich vorgegeben wird. Hierbei würde dann kein Winkelintervall vorgegeben werden.

[0014] Für die präzise Bestimmung des Mittelpunktes bei der Transformation werden drei oder mehr Stellen auf dem Münzrand ermittelt, aus denen der Mittelpunkt für das aufgenommene Bild bestimmt wird.

[0015] In einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens werden die zu suchenden Referenzmuster vorzugsweise zufällig aus einer Vielzahl von Referenzmustern ausgewählt. Damit steht zu Beginn des Verfahrens nicht fest, welche Merkmale der zu prüfenden Münze untersucht werden. Ebenfalls können bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Parameter für die Erkennung einer Falschmünze nach einem vorherig erzeugtem Falschsignal geändert werden derart, daß eine Abweichung von den Referenzmustern eher zur Erzeugung eines Falschsignals führt. Indem die Anforderung zur Erkennung eines Falschsignals gesenkt werden, wird eine Münze früher als Falschmünze erkannt. Durch diesen Schritt ist es möglich, daß, wenn in den Münzautomaten Falschgeld eingeworfen wird, die Anforderung für das Erzeugen eines Echtesignals erhöht werden. Dementsprechend kann auch vorgesehen werden, daß nach einer Vielzahl von als echt erkannten Münzen die Anforderungen wieder gesenkt werden.

[0016] In einer vorteilhaften Ausgestaltung, die sich insbesondere bei Prägebildern mit einer sehr feinen Struktur empfiehlt, werden mehr als zwei Referenzmuster in dem aufgenommenen Bild gesucht, wobei das Suchgebiet für ein weiteres Referenzmuster sich abhängig von den Suchgebieten der vorherigen Referenzmuster ergibt.

[0017] Eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens wird anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 1 ein Flußdiagramm für den Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 ein Flußdiagramm für eine Weiterführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 3 ein Flußdiagramm für eine Adaption der elektrischen Prüfparameter.

[0018] Nachfolgend wird das erfindungsgemäße Verfahren für eine Aufnahme des Prägebildes mit dem Selektiven-Stereo-Gradientenverfahrens (SSG-Verfahren) erläutert. Von diesem Verfahrens auszugehen ist keineswegs notwendig, jedoch hat der Einsatz des SSG-Verfahrens bei Umlaufmünzen gezeigt, daß das Verfahren nicht durch eine Photographie der Münze getäuscht werden kann und im übrigen zusammen mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zu einer zuverlässigen Diskriminierung von echten und falschen Münzen führt.

[0019] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden in einem ersten Schritt 10 drei Sektorenbilder der Münze aufgenommen. Die Aufnahme der Sektorenbilder im Zusammenhang mit dem SSG-Verfahren können entweder durch

eine aufeinanderfolgende Beleuchtung des Prägebildes aus drei unterschiedlichen Richtungen oder durch eine gleichzeitige Beleuchtung mit jeweils unterschiedlich farbigem Licht erfolgen. In einem nachfolgenden Schritt 12 erfolgt eine Bildvorverarbeitung. Ebenfalls wird aus den gewonnenen Bildern ein Differenzbild berechnet, das dem nachfolgenden Erkennungsprozeß zugrunde liegt. Das Differenzbild und einzelne Schritte der Bildvorverarbeitung können hierbei in unterschiedlichen Abfolgen aufeinander auftreten. Beispielsweise können die aufgenommenen Bilder zunächst mit einigen ersten Schritten vorverarbeitet werden und das so gewonnene Differenzbild anschließend mit bestimmten Bildverarbeitungsmitteln überarbeitet werden. Nachdem für das aufgenommene Bild der Mittelpunkt bestimmt wurde, wird dieses in Kreis-Koordinaten transformiert. Das transformierte Bild bildet die Grundlage für die nachfolgende Analyse. In dem transformierten Bild wird in einem anschließenden Verfahrensschritt 14 ein erstes Referenzmuster gesucht. Die Verwendung von transformierten Bildern stellt naturgemäß sicher, daß ein rotations- und translationsinvariantes Erkennungsverfahren vorliegt.

[0020] In einem nachfolgenden Verfahrensschritt wird ein zweites Referenzmuster in dem koordinatentransformierten Bild gesucht. Der Suchbereich für das weitere Verfahrensbild ist dabei aufgrund des Suchergebnisses für das erste Referenzbild eingeschränkt, so daß lediglich die Suche in einem kleineren Ausschnitt des aufgenommenen Bildes durchgeführt werden muß.

[0021] Für einen Vergleich eines aufgenommenen Bildes mit dem ersten Referenzmuster wird der zulässige Suchbereich aus dem koordinatentransformierten Bild ausgeschnitten. Der Suchbereich wird mit dem binarisierten, ersten Referenzmuster gefaltet. Als Vordergrundinformation wird das gefaltete Bild auf die Anzahl weißer Pixel in dem Referenzmuster normiert. Ein Vordergrundschwellwert wird auf das normierte Bild angewendet und mit dem Wert der Faltung multipliziert.

[0022] Nachfolgend wird ein Negativbild des Suchbereichs und des ersten Musters erzeugt. Es erfolgt danach eine Faltung des negativen Suchbereichs mit dem negativen Referenzmuster. Auch für das Ergebnis dieser Faltung wird auf die Anzahl der weißen Pixel im Negativreferenzmuster normiert. Ein Hintergrundschwellwert wird auf das normierte Faltungsergebnis angewendet und mit dem Wert der Faltung multipliziert. Die beiden Schwellwerte für Vordergrund- und Hintergrundfaltung können unterschiedlich gewählt werden, um die Einflüsse bei der Information im Hinblick auf eine spätere UND-Verknüpfung verschieden stark zu gewichten. Bevorzugt sind die Schwellwerte vorab definiert.

[0023] Nachfolgend erfolgt eine UND-Verknüpfung der Vordergrund- und Hintergrundbedingung, d. h. die mit den Schwellwerten multiplizierten Faltungsergebnisse werden miteinander multipliziert. Ist in dem Produkt an einer bestimmten Stelle ein Maximum vorhanden, so handelt es sich bei dieser Stelle um die Position des ersten Referenzmusters in dem Bild.

[0024] Ausgehend von der Fundstelle des ersten Referenzmusters kann nun ein Suchbereich für das zweite Referenzmuster vorgegeben werden. Hierbei hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn das koordinatentransformierte Bild so umgestellt wird, daß die Fundstelle des ersten Referenzmusters an einer vorbestimmten Stelle sich befindet. Die Suche in dem Suchbereich für das zweite Suchergebnis kann ebenso wie die zuvor beschriebene Suche für das erste Referenzmuster folgen.

[0025] Ein abschließender Vergleichsschritt 20 wertet die Suchergebnisse aus und erzeugt ein Echt- oder ein Falschsignal. In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Echtesignal erzeugt, wenn beide Referenzmuster in dem aufgenommenen Bild gefunden werden. Alternativ ist es auch möglich weitere Parameter hinzuzuziehen.

[0026] Fig. 2 betrifft eine Weiterentwicklung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Bei dieser Weiterentwicklung wird aus einer Datenbank 22 mit Referenzmustern auf eine Anfrage 24 hin ein Referenzmuster 26 an die Münzerkennung 28 geliefert. Bei der Fig. 2 dargestellten Variante der Münzerkennung kann bei der Anfrage 24 nach einem zweiten Referenzmuster bereits die Position des gefundenen ersten Referenzmusters mitgeteilt werden, so daß die Musterdatenbank 22 die Koordinaten des entsprechenden Referenzmusters mitliefert.

[0027] Fig. 3 zeigt den Verfahrensablauf eines adaptiven Münzprüfungsverfahrens für einen Münzautomaten.

[0028] Nach einem ersten Schritt 30 mit dem Münzeinwurf erfolgt die Münzerkennung 32. Ergibt die Münzerkennung 32, daß Falschgeld eingeworfen wurde, so werden nach der Abfrage 34 in einem Verfahrensschritt 36 engere Parameter für die elektrische Prüfung gesetzt. In einem abschließenden Schritt erfolgt dann die Prüfung der Münze, wobei hier eher eine falsche Münze erkannt wird, wenn zuvor bereits Falschgeld eingeworfen wurde.

#### Patentansprüche

55 1. Verfahren zur Erkennung eines Prägebildes einer Münze in einem Münzautomaten, mit den folgenden Verfahrensschritten:

- Die Münze wird zu einem Bildempfänger und zu einer Lichtquelle bewegt,

## EP 1 329 856 A2

- der Bildempfänger nimmt mindestens ein Bild von dem Prägebild der Münze auf,
- eine Auswerteeinrichtung vergleicht das Bild mit einem ersten Referenzmuster dahingehend, ob in dem aufgenommenen Bild das erste Referenzmuster enthalten ist,

5

- die Auswerteeinrichtung erzeugt abhängig von der Übereinstimmung des Bildes mit den Referenzmustern ein Echt- oder Falschsignal für die Münze.

10

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenn das erste Referenzmuster in dem Bild enthalten ist; die Auswerteeinrichtung vergleicht, ob ein zweites Referenzmuster in einem Bereich, dessen Lage relativ zu der Position des ersten Referenzmusters bestimmt ist, enthalten ist.

15

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das erste und zweite Referenzmuster Teilbilder eines Prägebildes sind.

20

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Auswerteeinrichtung weitere Kenngrößen der Münze zur Bestimmung des Echt- oder Falschsignals einsetzt.

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Lichtquelle das Prägebild aus mehreren Richtungen beleuchtet und der Bildempfänger für jede Beleuchtungsrichtung ein gesondertes Bild des Prägebildes aufzeichnet.

25

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** aus den gesonderten Bildern ein Differenzbild erzeugt wird, das, als aufgenommenes Bild, mit den Referenzmustern verglichen wird.

30

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** das aufgenommene Bild binarisiert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Binarisierung mit einem für das gesamte Bild einheitlichen Schwellwert erfolgt.

35

9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Binarisierung mit lokalen Schwellwerten erfolgt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Bildempfänger ein Bild des gesamten Prägebildes aufnimmt, aus dem die Auswerteeinrichtung den Durchmesser der Münze bestimmt.

40

11. Verfahren nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Auswerteeinrichtung den Mittelpunkt des Prägebildes in dem Bild bestimmt und das Bild in Polarkoordinaten transformiert, wobei zu einem beliebigen Punkt in dem Prägebild eine erste Koordinate den Abstand von dem Mittelpunkt und die zweite Koordinate einen Winkel gegenüber einer für das Bild bestimmten Ausrichtung angibt.
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Auswerteeinrichtung drei oder mehr Stellen auf dem Münzrand ermittelt und aus diesen den Mittelpunkt des Prägebildes bestimmt.

45

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** nach dem ersten Referenzmuster in einem vorbestimmten Bereich gesucht wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zu suchenden Referenzmuster aus einer Vielzahl von Referenzmustern ausgewählt werden.

50

15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** nach einem erzeugten Falschsignal in dem Münzautomaten die Parameter für die Erkennung einer Falschmünze geändert werden derart, daß bereits eine geringe Abweichung von dem Referenzmuster zur Erzeugung eines Falschsignals führt.

55

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, daß** mehr als zwei Referenzmuster in dem Bild gesucht werden, wobei die Gebiete, in denen eines der Referenzmuster gesucht wird, für das zweite und die weiteren Referenzmuster sich abhängig von den Suchgebieten der vorherigen Referenzmuster ergeben.

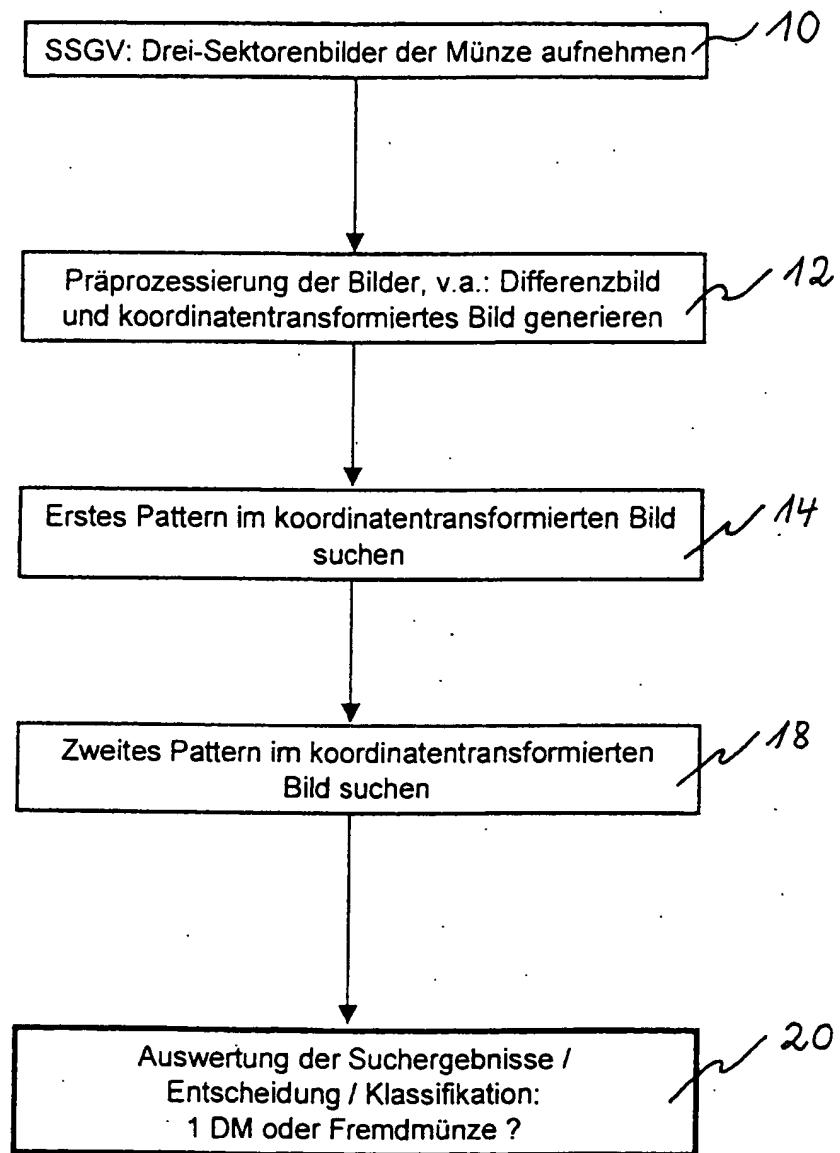


Fig. 1

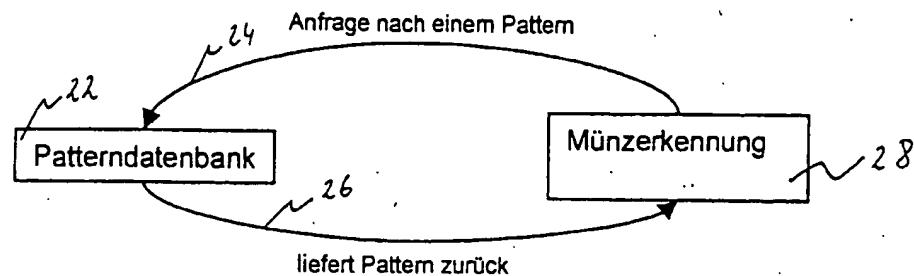


Fig. 2

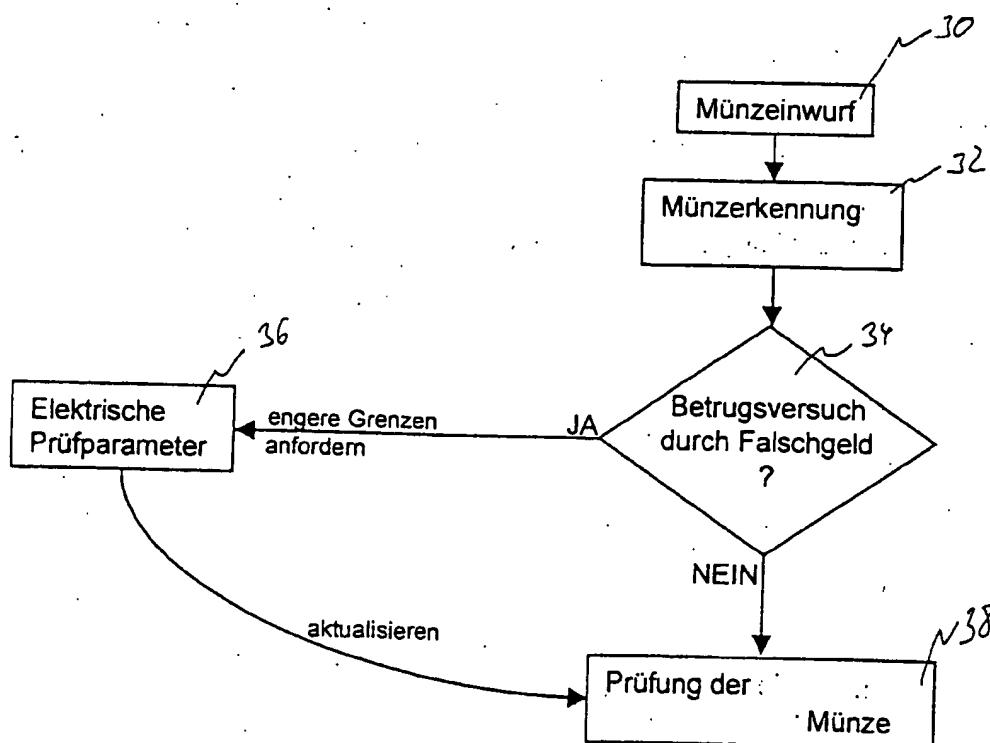


Fig. 3